

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001019944
PUBLICATION DATE : 23-01-01

APPLICATION DATE : 09-07-99
APPLICATION NUMBER : 11195593

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : NISHIWAKI FUMITOSHI;

INT.CL. : C09K 5/04 C10M171/02 F25B 1/00 F25B 7/00 // C10N 40:30

TITLE : LOW-TEMPERATURE WORKING FLUID AND REFRIGERATING CYCLE APPARATUS
USING THE SAME

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the subject fluid causing hardly any influences on the stratospheric ozonosphere or global warming, excellent in refrigerating capacity and coefficient of performance or the like and to be used in refrigerating cycle apparatuses by including carbon dioxide at a specific amount and ethane.

SOLUTION: This fluid is obtained by including (A) carbon dioxide at ≥ 60 wt.%, preferably ≥ 80 wt.% as a natural refrigerant and (B) ethane as a hydrocarbon capable of producing an azeotropic mixture with the component A. This fluid can be used as a refrigerant in refrigerating cycle apparatuses. In this case, because the component B with high azeotropic tendency is included in a little amount indicating low-flammability, miscibility of the fluid with a lubricating oil similar in chemical structure to the component B can be improved in a wide temperature range involved from an operation commencement till a target cryogenic temperature is attained and in the case of any mixing ratio of the component A to the lubricating oil for a compressor, and therefore, oil return of the lubricating oil coexisting with the component A to the compressor can be secured.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-19944
(P2001-19944A)

(43) 公開日 平成13年1月23日 (2001.1.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ- (参考)
C 0 9 K 5/04		C 0 9 K 5/04	4 H 1 0 4
C 1 0 M 171/02		C 1 0 M 171/02	
F 2 5 B 1/00	3 9 5	F 2 5 B 1/00	3 9 5 Z
7/00		7/00	D
// C 1 0 N 40:30			
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号	特願平11-195593	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成11年7月9日 (1999.7.9)	(72) 発明者	吉田 雄二 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(72) 発明者	岡座 典穂 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(74) 代理人	100097445 弁理士 岩橋 文雄 (外2名)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 低温作動流体とそれを用いた冷凍サイクル装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、CO₂（二酸化炭素）を冷凍サイクル装置に用いる場合の機器課題を解決し、より優れた特性を導くものである。

【解決手段】 CO₂（二酸化炭素）とR170（エタン）からなり、60重量%以上のCO₂、望ましくは80重量%以上のCO₂の低温作動流体を、冷凍サイクル装置に充填する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 二酸化炭素とエタンからなり、60重量%以上の二酸化炭素を含む、冷凍サイクル装置に用いる低温作動流体。

【請求項2】 二酸化炭素とエタンからなり、80重量%以上の二酸化炭素を含む請求項1記載の低温作動流体。

【請求項3】 請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を用いる冷凍サイクル装置。

【請求項4】 請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を用い、凝縮温度が18℃以下で動作する冷凍サイクル装置。

【請求項5】 請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を用い、凝縮温度が18℃以下で、蒸発温度が二酸化炭素の3重点である-56.6℃以上で動作する冷凍サイクル装置。

【請求項6】 請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を、凝縮温度が18℃以下で動作する低段の冷凍サイクル用冷媒として用いる2元の冷凍サイクル装置。

【請求項7】 請求項3記載の冷凍サイクル装置で、高圧タイプの圧縮機を使用する冷凍サイクル装置。

【請求項8】 請求項7記載の冷凍サイクル装置で、100℃で5センチストークス以上の粘度グレードをもつ圧縮機用潤滑油を使用する冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体と、それを用いた冷凍サイクル装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、マイナス数十度という非常に低い温度への冷却を行うための一方法として、高温側の高段サイクルと低温側の低段サイクルを組み合わせた2元の冷凍サイクル装置がある。すなわち、カスケードコンデンサを構成する高段サイクルの蒸発器により、同じくカスケードコンデンサを構成する低段サイクルの凝縮器を冷却することによって、非常に低い温度への冷却を行うものである。

【0003】一般に、冷凍サイクル装置は、圧縮機、必要に応じて四方弁、凝縮器、キャピラリーチューブや膨張弁等の絞り装置、蒸発器、アキュムレータ等を配管接続して冷凍サイクルを構成し、その内部に冷媒を循環させることにより、冷却または加熱作用を行っている。これらの冷凍サイクル装置における冷媒としては、フロン類（以下R○○またはR○○○と記すが、米国ASHRAE34規格により規定されている）と呼ばれるメタンまたはエタンから誘導されたハロゲン化炭化水素が知られている。

【0004】上記のような2元の冷凍サイクル装置にお

いては、低段サイクル用冷媒としてはR13（クロトリフルオロメタン、 CClF_3 、沸点-81.3℃）、高段サイクル用冷媒としてはR22（クロロジフルオロメタン、 CHClF_2 、沸点-40.8℃）などが用いられてきた。

【0005】このR13は塩素を含むフッ化炭化水素類（CFC冷媒）、R22は塩素と水素を含むフッ化炭化水素類（HCFC冷媒）であり、いずれも成層圏オゾン破壊能力があるため、すでにモントリオール議定書によって使用量及び生産量の規制が決定されている。例えば、R22の代替冷媒としては、分子構造中に塩素を含まず、水素を含むフッ化炭化水素類（HFC冷媒）や、フッ素も含まない炭化水素類（HC冷媒）の代替冷媒が提案されている。

【0006】一方、R13の代替冷媒としても、分子構造中に塩素を含まないフッ化炭化水素類を用いた代替冷媒が提案されている。例えば、R508Aは、R23（トリフルオロメタン、 CHF_3 、沸点-82.1℃）とR116（ヘキサフルオロエタン、 CF_3CF_3 、沸点-78.2℃）がそれぞれ、39重量%と61重量%からなる共沸様混合冷媒であり、R508Bは、R23とR116がそれぞれ、46重量%と54重量%からなる共沸様混合冷媒である。すなわち、R508AとR508Bは、同じR23とR116を構成成分とし、混合割合が若干異なるだけであるので、冷凍性能としてはほとんど同じである。

【0007】ここで、R23はメタンの3つの水素がフッ素で置換されたフッ化炭化水素類（HFC冷媒）、R116はエタンのすべての水素がフッ素で置換されたフッ化炭化水素類（PFC冷媒）であり、地球環境問題のもう一つの課題である地球温暖化に対する影響を示す地球温暖化係数（以下GWPと記す）が、従来のHCFC冷媒のR22と比べても格段に高い、という課題がある。1995年のIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change、気候変動政府間パネル）報告によれば、 CO_2 （二酸化炭素）のGWPを1としたときの積算時水平軸100年の比較値は、R22のGWPは1500、R23のGWPは11700、R116のGWPは9200であり、これらを混合したR508AのGWPは10200、R508BのGWPは10400と試算される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、これらのGWPの高い低温作動流体の代替として、 CO_2 （二酸化炭素）を冷凍サイクル装置に用いる場合の機器課題を解決し、優れた特性をもった別の代替冷媒を提案しようとするものである。

【0009】具体的には、 CO_2 （二酸化炭素）を冷凍サイクル装置に用いる場合の一つの機器課題は、 CO_2 単一冷媒を用いると、冷凍サイクル装置の圧縮機にお

る吐出温度が上昇しやすいことであり、使用する圧縮機用潤滑油の信頼性に細心の注意をしなければならないという課題がある。

【0010】CO₂（二酸化炭素）を冷凍サイクル装置に用いる場合のもう一つの機器課題は、CO₂は、ナフテン系やパラフィン系の鉱油、アルキルベンゼン油、エーテル油、エステル油、ポリアレキレングリコール油、カーボネート油、等の圧縮機用潤滑油と一定の温度範囲では溶解するが、CO₂を冷媒とする冷凍サイクル装置の運転開始から、実際の低温を得るまでの運転状態の広い温度域において、必ずしも完全溶解しない。またCO₂（二酸化炭素）と圧縮機用潤滑油の任意の混合割合においても、必ずしも完全溶解しない。すなわち、CO₂と共存する圧縮機用潤滑油の圧縮機へのオイルリターンを確保するという課題がある。

【0011】本発明は、CO₂を使用する場合の圧縮機吐出温度の低減と共存する圧縮機用潤滑油の圧縮機へのオイルリターンを確保するために、化学構造的に圧縮機用潤滑油と近く、CO₂と共沸性の高い炭化水素類であるエタン（CH₃-CH₃、R170、沸点-88.8℃）を少量の範囲で混合する低温作動流体であり、他にも優れた特性をもつこのCO₂とR170からなる低温作動流体を用いる冷凍サイクル装置に関するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明になる請求項1は、二酸化炭素とエタンからなり、60重量%以上の二酸化炭素を含む、冷凍サイクル装置に用いる低温作動流体である。

【0013】本発明になる請求項2は、二酸化炭素とエタンからなり、80重量%以上の二酸化炭素を含む請求項1記載の低温作動流体である。

【0014】本発明になる請求項3は、請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を用いる冷凍サイクル装置である。

【0015】本発明になる請求項4は、請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を用い、凝縮温度が18℃以下で動作する冷凍サイクル装置である。

【0016】本発明になる請求項5は、請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を用い、凝縮温度が18℃以下で、蒸発温度が二酸化炭素の3重点である-56.6℃以上で動作する冷凍サイクル装置である。

【0017】本発明になる請求項6は、請求項1記載の二酸化炭素とエタンからなる低温作動流体を、凝縮温度が18℃以下で動作する低段の冷凍サイクル用冷媒として用いる2元の冷凍サイクル装置である。

【0018】本発明になる請求項7は、請求項3記載の冷凍サイクル装置で、高圧タイプの圧縮機を使用する冷凍サイクル装置である。

【0019】本発明になる請求項8は、請求項7記載の

冷凍サイクル装置で、100℃で5センチストークス以上の粘度グレードをもつ圧縮機用潤滑油を使用する冷凍サイクル装置である。

【0020】

【発明の実施の形態】低温作動流体である二酸化炭素（CO₂）は、炭化水素類であるプロパン（R290）、イソブタン（R600a）、n-ブタン（R600）等とは共沸様混合物を構成しない。しかし、炭化水素類の一種であるエタン（CH₃-CH₃、R170、沸点-88.8℃）と共沸様混合物を作ること、従来より知られていた。例えば、Aage Fredenslund and Jorgen Mollerup: "Measurement and Prediction of Equilibrium Ratios for the C₂H₆+CO₂ System", J. Chem. Soc. Faraday Trans., vol.1, no.70, p.1653-1660 (1974)や、Kazuaki Ohgaki and Takashi Katayama: "Isothermal Vapor-Liquid Equilibrium for the Ethane-Carbon Dioxide System at High Temperature", Fluid Phase Equilibria, vol.1, p.27-32 (1977)では、二酸化炭素（CO₂）とエタン（R170）の気液平衡特性が測定されている。これらの文献では、CO₂が約60～70モル%（すなわち、CO₂が約69～77重量%）で、CO₂とR170が共沸様混合物を作ることが明らかにされている。また、凝縮域が存在する最高の臨界温度と混合組成の関係が明らかにされており、約18℃以下ではCO₂とR170の任意の混合組成で凝縮域が存在することが報告されている。

【0021】しかしながら従来、かかる二酸化炭素（CO₂）とエタン（R170）からなる共沸様混合物を、冷凍サイクル装置の低温作動流体として用いるに当たっての冷媒としての特性は未知のものであった。本発明は、二酸化炭素（CO₂）とエタン（R170）からなる低温作動流体を、冷凍サイクル装置の冷媒として用いる場合の優れた特性を発見し、実用上の機器課題を解決できることを見出したものである。

【0022】本発明は、CO₂（二酸化炭素）と、共沸様混合物を作る炭化水素類から選ばれたR170（エタン）を、60重量%以上のCO₂を含むように混合した、冷凍サイクル装置に用いる低温作動流体である。上述の組合せによって、冷凍サイクル装置としての冷媒を、自然冷媒であるCO₂と、炭化水素類であるR170を含む混合物となすことにより、成層圏オゾン層に及ぼす影響をなくすることを可能とするものである。さらにかかる混合物は、GWPが1のCO₂と、GWPがほとんどない炭化水素類のR170のみから構成されるため、これらを混合した冷媒も、地球温暖化に対する影響はほとんどないものである。ここでエタン（R170）は、精製時において、多少のプロパン（R290）、イソブタン（R600a）、n-ブタン（R600）が含まれていても、地球環境問題には何ら差異はないものである。また、CO₂とR170を、60重量%以上のC

CO₂を含むように混合すれば、冷凍サイクル装置の凝縮器や蒸発器の両方において、温度勾配をほとんどゼロに近くすることができ、凝縮過程を含まない冷凍サイクル装置においても、ほとんど共沸様混合組成として扱えることがわかった。さらに、CO₂とR170を、60重量%以上のCO₂を含むように混合したため、R170の吐出温度低減効果により、この低温作動流体を冷凍サイクル装置の冷媒として用いたときに、CO₂単一冷媒を用いるときの圧縮機における吐出温度を大きく低減できるという作用を奏する。さらに、CO₂とR170を、60重量%以上のCO₂を含むように混合すれば、代替冷媒として提案されているR508A、R508BのHFC系混合冷媒よりも冷凍能力や成績係数が優れる。

【0023】さらに本発明は、CO₂とR170を、80重量%以上のCO₂を含むように限定したものであり、この場合には、CO₂単一冷媒よりも、冷凍能力や成績係数が優れると期待できる。このような効果は、従来の気液平衡測定からだけでは、未知のものである。また、80重量%以上のCO₂を含むように混合すれば、ほとんど万一の漏洩においても、可燃性の危険を防止することができる。すなわち、冷凍サイクル装置中のCO₂とR170からなる低温作動流体は、運転状態においてはR170が圧縮機用潤滑油に選択的に溶解するため、ほとんど85重量%以上のCO₂を含む循環組成となり、このような組成範囲においては、CO₂の不燃化効果により、低温作動流体を実質的に不燃化できるものである。

【0024】本発明は、CO₂とR170からなり、60重量%以上のCO₂を含む低温作動流体を、冷凍サイクル装置に充填するものである。このとき、共沸性の高いR170を弱可燃性を示す少量の範囲で混合するため、運転開始から実際の低温を得るまでの運転状態の広い温度域やCO₂と圧縮機用潤滑油の任意の混合割合において、化学構造的に近い潤滑油との溶解性を改善でき、CO₂と共存する潤滑油の圧縮機へのオイルリターンを確保することができる。さらには、CO₂よりも多くR170が潤滑油へ溶解するために、充填した混合組成よりもR170の少ない循環組成、すなわち60重量%よりも多いCO₂を含む循環組成となるが、このような組成範囲では、CO₂とR170はより共沸性が高くなるため、もし冷凍サイクル装置からの漏洩が起こったとしても、漏洩時にCO₂とR170の混合割合がほとんど変化することがないため、炭化水素類の強可燃性の性質が表れる可能性を低減できる。

【0025】本発明は、CO₂とR170からなり、60重量%以上のCO₂を含む低温作動流体を、凝縮温度が18℃以下で動作する冷凍サイクル装置に充填するものである。凝縮温度が18℃以下で動作するため、CO₂とR170からなる低温作動流体は、必ず凝縮過程を

もち、冷媒としての高い凝縮伝熱性能をもつことから、熱交換器を含む機器を小型化することが可能である。本発明においては蒸発温度は規定していないが、二酸化炭素の3重点である-56.6℃以下の蒸発温度においては、CO₂が一部ドライアイスとして氷結するため、蓄冷装置として利用することも可能である。

【0026】さらに本発明は、CO₂とR170からなる低温作動流体を、凝縮温度が18℃以下で、蒸発温度が二酸化炭素の3重点である-56.6℃以上で動作する冷凍サイクル装置に充填するものである。これにより、凝縮側での高い凝縮伝熱性能とともに、蒸発側でCO₂が凝固する危険を防止して、高い蒸発伝熱性能をもつため、熱交換器を含む機器を小型化して、安定した低温を得ることが可能となる。

【0027】さらに本発明は、CO₂とR170からなる低温作動流体を、凝縮温度が18℃以下で動作する低段の冷凍サイクル用冷媒として用いる2元の冷凍サイクル装置である。マイナス数十度という非常に低い温度への冷却を行うためには、高温側の高段サイクルと低温側の低段サイクルを組み合わせた2元の冷凍サイクル装置が便利であり、カスケードコンデンサを構成する高段サイクルの蒸発器により、同じくカスケードコンデンサを構成する低段サイクルの凝縮器を冷却することによって、非常に低い温度への冷却を行うことが可能となる。CO₂とR170からなる低温作動流体を、凝縮温度が18℃以下で動作する低段の冷凍サイクル用冷媒として用いることによって、カスケードコンデンサの高い凝縮伝熱性能をもつことから、熱交換器を含む機器を小型化することが可能である。

【0028】さらに本発明は、CO₂とR170からなる低温作動流体を充填する冷凍サイクル装置で、高压タイプの圧縮機を使用するものである。マイナス数十度という非常に低い温度への冷却を行う冷凍サイクル装置においては、運転開始から実際の低温を得るまでの運転状態において、蒸発温度は徐々に低温化する。このとき低压タイプの圧縮機を用いていると、その中に滞留する圧縮機用潤滑油の粘度は、低温になるにつれて極端に上昇し、圧縮機の消費電力を増大させるものとなる。したがって、高压タイプの圧縮機を使用することによって、潤滑油の滞留する高压シェル内は圧縮時の高温高压の吐出ガスに常にさらされるため、潤滑油の選定や粘度管理が容易となる。また停止時の圧縮機中で、比重の重いCO₂やR170の液冷媒が一部非溶解となって潤滑油の下部に滞留していたとしても、圧縮機起動時にCO₂やR170が速やかに気化し、適度の粘度をもった潤滑油が圧縮機中の圧縮機構に給油されるため、信頼性の課題を多いに低減することが可能性となる。さらに本発明になる冷凍サイクル装置は、圧縮機吐出側の油分離器や、凝縮器（または冷却器）出口から圧縮機に到る分岐回路を設ければ、冷媒と一緒に吐出される圧縮機用潤滑油が、

マイナス数十度という非常に低い温度の蒸発器において滞留することを防止でき、より安全である。

【0029】さらに本発明は、CO₂とR170からなる低温作動流体を充填し、高圧タイプの圧縮機を使用し、100℃で5センチストークス以上の粘度グレードをもつ圧縮機用潤滑油を使用する冷凍サイクル装置である。ここで、100℃で5センチストークス以上の粘度グレードをもつ潤滑油は、潤滑油の種類によって粘度指数も異なるため一概に言えないが、40℃ではほぼ50センチストークス以上の粘度グレードをもつ。このような100℃で5センチストークス以上の粘度グレードをもつ潤滑油と、CO₂とR170からなる低温作動流体を共存させると、運転状態においては、R170が潤滑油に選択的に溶解して潤滑油の粘度は低下する。すなわち、常温でR170が潤滑油に選択的に溶解して潤滑油の粘度が低下した状態から圧縮機が起動され、高圧シェル内で圧縮時に高温高圧の吐出ガスに常にさらされる潤滑油の温度もほぼ同一となり、さらに潤滑油の粘度が低下するが、100℃で5センチストークス以上の粘度グレードをもつ潤滑油を選定しておけば信頼性上の保証が得られるものである。粘度グレードの上限については特に規定しないが、100℃で20センチストークス以下程度が、摺動摩擦による消費電力の増大を防止するのに適当である。また圧縮機用潤滑油としては、ナフテン系やパラフィン系の鉱油、アルキルベンゼン油、エーテル油、エステル油、ポリアレキレングリコール油、カーボネート油、等の単独の基油でもよいし、これらの混合物でもよいことはもちろんのことである。

【0030】(実施の形態1) 本実施の形態は、二酸化炭素(CO₂)とエタン(R170)からなる2成分系の低温作動流体の冷凍性能を示し、冷凍サイクル装置の冷媒として用いる場合の優れた特性を示すものである。

【0031】図1は、二酸化炭素(CO₂)とエタン

(R170)からなる2成分系の冷媒としての特性を調べるために用いた、高温側の高段サイクルと低温側の低段サイクルを組み合わせた2元の冷凍サイクル装置である。すなわち、カスケードコンデンサを構成する高段サイクルの蒸発器により、同じくカスケードコンデンサを構成する低段サイクルの凝縮器を冷却することによって、非常に低い温度への冷却を行うものである。

【0032】この2元の冷凍サイクル装置を構成する2つの高段サイクル1と低段サイクル2のうち、低段サイクル2についてのみ説明すると、高圧タイプの圧縮機3、凝縮器や冷却器として作用するカスケードコンデンサ4、膨張弁5、蒸発器6、アキュムレータ7、等を配管接続している。また圧縮機3の吐出側には、油分离器8を設け、冷媒と一緒に吐出する一部の潤滑油を圧縮機3に回収するように、配管接続している。高段サイクル1についても基本的な構成要素は、低段サイクル2と同じであるが、高段サイクル1においては、カスケードコンデンサ4は蒸発器として作用する。

【0033】この低段サイクル2には、二酸化炭素(CO₂)とエタン(R170)からなる2成分系の混合冷媒を、混合割合を変化させて充填するようにしている。また冷凍性能は、低段サイクル2における凝縮器として作用するカスケードコンデンサ4の凝縮開始温度が0℃、蒸発器6の蒸発開始温度が-50℃となるように、高段サイクル1と低段サイクル2を制御して測定するようにしたものである。

【0034】(表1)は、二酸化炭素(CO₂)とエタン(R170)からなる2成分系の、CO₂が60重量%から100重量%の混合冷媒(100重量%はCO₂単一冷媒)の冷凍性能を、代替冷媒として提案されているR508Aの冷凍性能と比較したものである。

【0035】

【表1】

冷 媒	CO2/R170				
組成割合(wt%)	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40
冷凍能力(R508A比)	1.83	1.96	1.94	1.88	1.84
成績係数(R508A比)	1.27	1.25	1.19	1.16	1.19
凝縮圧力(MPa)	3.48	3.75	3.91	3.90	3.75
蒸発圧力(MPa)	0.68	0.80	0.87	0.89	0.88
吐出温度(℃)	58.1	50.0	44.5	39.8	36.0
凝縮温度勾配(deg)	0.00	0.53	0.08	0.12	0.94
蒸発温度勾配(deg)	0.00	1.38	0.95	0.06	0.50

【0036】(表1)の冷凍サイクル装置の冷凍能力と

成績係数は、両方ともに、代替冷媒として提案されてい

るHFC系混合冷媒であるR508Aよりも、大幅に上回る。冷凍能力は、CO₂/R170が90/10重量%において最大となり、80/20重量%まではほぼ同等であるが、さらにR170を混合するにつれて減少する。成績係数は、R170を混合するにつれてほぼ減少しているが、これは凝縮開始温度と蒸発開始温度を固定して測定したためであり、CO₂単一冷媒と同等の冷凍能力で比較すれば、80/20重量%までは、CO₂単一冷媒を上回る成績係数を期待できる。

【0037】(表1)の凝縮過程と蒸発過程における温度勾配は、凝縮器として作用するカスケードコンデンサ4および蒸発器6の配管中の圧力損失を補正したものである。CO₂とR170の2成分系において、60重量%以上のCO₂では、凝縮過程と蒸発過程の両方ともにほぼ1deg以下であり、ほとんど共沸様混合組成として扱えることがわかる。従って、冷媒が圧縮機3へ液バックするとしても、アキュムレータ7内において気相と液相の組成分離がほとんど起こらない。なお、CO₂が60重量%以下では、凝縮過程と蒸発過程における温度勾配が大きくなり、共沸様混合組成として扱えないものである。

【0038】(表1)の吐出温度からは、CO₂にR170を混合するにつれて、圧縮機3の吐出温度が飛躍的に減少できることがわかる。すなわち本発明は、CO₂とR170を、60重量%以上のCO₂を含むように混合したため、R170の吐出温度低減効果により、この低温作動流体を冷凍サイクル装置に用いたときに、CO₂単一冷媒を用いるときの圧縮機3における吐出温度を大きく低減できるという作用を奏する。このR170の吐出温度低減効果は、R170を混合するにつれて、徐々に小さくなるが、80/20重量%では、約15degの吐出温度低減効果があることがわかる。

【0039】また、CO₂とR170からなる混合冷媒が冷凍サイクル装置内に充填される際には、潤滑油内にR170がよく溶解し、これが運転時の圧縮機3へのオイルリターンを確保する要因となる。R170と潤滑油との溶解性を利用して、圧縮機3から冷媒と一緒に吐出された潤滑油が、油分離器8で捕捉できなくとも、低温の蒸発器6やアキュムレータ7から圧縮機3に帰還することを保証することができる。この望ましい組成は、冷凍サイクル装置に用いる冷媒量と、圧縮機3に用いる潤滑油量によって異なるが、一般にはCO₂が80重量%以上、R170が20重量%以下でよいものである。従って冷凍サイクル装置を運転する際には、潤滑油内にR170が溶解した分だけ、R170の循環量が減少し、循環組成は最大でも20重量%よりも少なくなるものである。

【0040】本実施の形態では、二酸化炭素(CO₂)とエタン(R170)からなる低温作動流体を、2元の冷凍サイクル装置の低段サイクルに適用した場合につい

て説明したが、凝縮過程の存在しない一つの冷凍サイクル装置に適用する場合には、凝縮器の代わりに冷却器を用いることができる。このときは、冷却器中では冷媒の凝縮は起こらず同一組成で冷却され、圧縮機吐出温度の低減効果や、共沸様混合組成としての扱いや、圧縮機へのオイルリターンは、同様に期待ができる。

【0041】(実施の形態2)本実施の形態は、二酸化炭素(CO₂)とエタン(R170)の2成分系混合物の可燃性について調査したものである。エタン(R170)の燃焼下限界については、3.2vol%と強可燃性であることが知られている。一方、二酸化炭素(CO₂)は、消火剤としても用いられることも知られている。

【0042】ここでCO₂とR170の混合物に関する燃焼性の試験は、簡易の燃焼実験方法として次のように行った。方法としては、容積75.6mlの試験管、または容積325mlのメスシリンダを用い、その開口部を下に設置して、容器中に所定の濃度の混合ガスを充填して十分に拡散した後に、開口部を開封直後にマッチによって着火した。燃焼の判定は、火炎が下部の開口部から容器全体に、すなわち容器上部にまで到達した時を燃焼濃度とした。この方法によって燃焼濃度がない混合ガス組成を不燃性とした。

【0043】不燃性のCO₂と、可燃性のR170のガスを混合した場合には、CO₂の混合量を増やして行くとR170の濃度が約85重量%から不燃性となることがわかった。これはCO₂の不燃化効果によるものであり、約15重量%以下のR170と約85重量%以上のCO₂の混合作動流体は不燃性であるといえる。

【0044】従って、CO₂とR170を、80重量%以上のCO₂を含むように混合すれば、冷凍サイクル装置の運転状態においては、R170が圧縮機用潤滑油に選択的に溶解するため、ほとんど85重量%以上のCO₂を含む循環組成となり、このような組成範囲においては、CO₂の不燃化効果により、低温作動流体を実質的に不燃化できるものである。

【0045】また可燃性のR170がたとえ冷凍サイクル装置から漏洩したとしても、循環組成のCO₂及びR170の2成分からなる混合作動流体は共沸様混合物を作り、漏洩時にCO₂とR170の混合割合がほとんど変化することがない。

【0046】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明においては以下の効果を有する。すなわち、

(1)冷媒を、自然冷媒であるCO₂と、炭化水素類であるR170を含む混合物となすことにより、成層圏オゾン層に及ぼす影響や地球温暖化に対する影響はほとんどないものである。

【0047】(2)冷凍サイクル装置の凝縮器や蒸発器の両方において、温度勾配をほとんどゼロに近くするこ

とができ、凝縮過程を含まない冷凍サイクル装置においても、ほとんど共沸様混合組成として扱え、可燃性のR170がたとえ装置から漏洩したとしても、ほとんど不燃化できる。

【0048】(3) 冷凍サイクル装置に用いたときに、CO₂単一冷媒を用いるときの圧縮機における吐出温度を大きく低減できる。

【0049】(4) 代替冷媒として提案されているR508AやR508BのHFC系混合冷媒よりも、冷凍能力や成績係数が優れる。

【0050】(5) 80重量%以上のCO₂を含むように混合すれば、CO₂単一冷媒よりも優れた成績係数が期待できる。

【0051】(6) R170が主に圧縮機用潤滑油に溶解し、CO₂と共存する圧縮機用潤滑油の圧縮機へのオイルリターンを確保することができる。

【0052】(7) 特定された温度範囲で動作する冷凍サイクル装置に充填することによって、熱交換器を含む機器を小型化することが可能である。

【0053】(8) 本発明になる冷凍サイクル装置は、ドライアイスによる蓄冷熱装置として利用することも可能である。

【0054】(9) 本発明になる冷凍サイクル装置は、2元の冷凍サイクル装置の一部として構成することによって、マイナス数十度という非常に低い温度への冷却を行うことが可能である。

【0055】(10) 高圧タイプの圧縮機を使用する冷凍サイクル装置において、潤滑油の選定や粘度管理が容易となる。

【0056】(11) 圧縮機用潤滑油の粘度グレードを指定することによって、信頼性上の保証が得られ、圧縮機用潤滑油としては、基油や混合油でもよい。

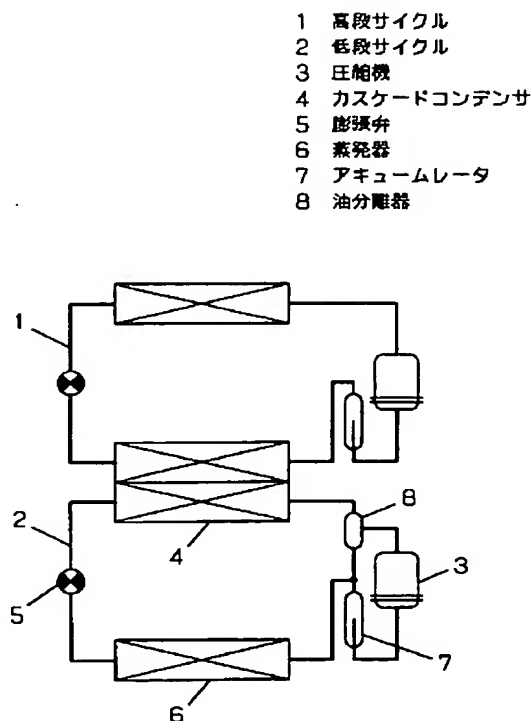
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明になる低温作動流体を適用した冷凍サイクル装置の一実施の形態を示す図

【符号の説明】

- 1 高段サイクル
- 2 低段サイクル
- 3 圧縮機
- 4 カスケードコンデンサ
- 5 膨張弁
- 6 蒸発器
- 7 アキュームレータ
- 8 油分離器

【図1】



- 1 高段サイクル
- 2 低段サイクル
- 3 圧縮機
- 4 カスケードコンデンサ
- 5 膨張弁
- 6 蒸発器
- 7 アキュームレータ
- 8 油分離器

フロントページの続き

(72)発明者 船倉 正三
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 松尾 光晴
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 西脇 文俊
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
Fターム(参考) 4H104 BA03A BB08A BB31A BB37A
CB14A DA02A EA02A PA20

6